ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA

ARGENTINA

IMPERIAL MYCOLOGICAL INSTITUTE
23 DEC 1943

DIRECTOR: EMILIO REBUELTO

MARZO 1943 — ENTREGA III — TOMO CXXXV

SUMARIO

Pág.

HÉCTOR H. ALVAREZ. — Nota preliminar sobre un yacimiento de carbón «antracita» en la Argentina 121

EMILIO L. DÍAZ. — Sobre la previsión de períodos secos y lluviosos..... 133

ENRIQUE LOEDEL PALUMBO. — La temperatura y las magnitudes físicas 144

BUENOS AIRES
CALLE SANTA FE 1145

1943

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

SOCIOS HONORARIOS

Dr. Pedro Visca †
Dr. Mario Isola †
Dr. Germán Burmeister †
Dr. Benjamín A. Gould †
Dr. R. A. Philippi †
Dr. Guillermo Rawson †
Dr. Carlos Berg †
Dr. Valentín Balbín †
Dr. Florentino Ameghino †
Dr. Carlos Darwin †
Dr. César Lombroso †
Ing. Luis A. Huergo †
Ing. Vicente Castro †
Dr. Juan J. J. Kyle †
Dr. Estanislao S. Zeballos †
Ing. Santiago E. Barabino †
Dr. Carlos Spegazzini †
Dr. J. Mendizábal Tamborel †
Dr. Walter Nernst †
Dr. Alberto Einstein
Dr. Cristóbal M. Hicken †
Dr. Angel Gallardo †
Dr. Eduardo L. Holmberg †
Ing. Guillermo Marconi †
Ing. Eduardo Huergo †
Dr. Enrique Ferri †

CONSEJO CIENTIFICO

Ing. Félix Aguilar; Ing. José Babini; Dr. Horacio Damianovich; Prof. Carlos E. Dieulefait; Dr. Juan A. Domínguez; Dr. Gustavo A. Fester; Dr. Joaquín Frenguelli; Dr. Josué Gollan (h.); Dr. Bernardo A. Houssay; Dr. Cristofredo Jakob; Dr. Ramón G. Loyarte; Dr. Emiliano J. Mac Donagh; Dr. R. Armando Marotta; Dr. Julio Méndez; Ing. Agr. Lorenzo R. Parodi; Dr. Franco Pastore; Capitán de fragata Héctor R. Ratto; Vicealmirante Segundo R. Storni; Dr. Alfredo Sordelli; Dr. Reinaldo Vanossi; Dr. Enrique V. Zappi.

JUNTA DIRECTIVA

(1942-1943)

Presidente	Ingeniero **Jorge W. Dobranich**
Vicepresidente 1°	Ingeniero **Enrique Chanourdie**
Vicepresidente 2°	Ingeniero **Julio R. Castiñeiras**
Secretario de actas	Profesor **José F. Molfino**
Secretario de correspondencia.	Ingeniero **José S. Gandolfo**
Tesorero	Ingeniero **Edmundo Parodi**
Bibliotecario	Doctor **Reinaldo Vanossi**
Vocales	Ingeniero **Antonio Escudero** Doctor **Raúl Wernicke** Ingeniero **Juan B. Marchionatto** Ingeniero **Carlos M. Gadda** Doctor **José Llauró** Doctor **Juan C. Vignaux** Ingeniero **Alfredo G. Galmarini** Ingeniero **Carlos A. Lizer y Trelles** Ingeniero **Gastón Wunenburger**
Suplentes	Ingeniero **Belisario Alvarez de Toledo** Ingeniero **Raúl Buich** Ingeniero **Héctor Ceppi.** Doctor **E. Eduardo Krapf**
Revisores de balances anuales	Doctor **Antonio Casacuberta** Arquitecto **Carlos E. Géneau**

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Artº 10 del Reglamento de los "ANALES" (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Administración de la Sociedad, calle Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anormalidad, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

Impreso en los Talleres Gráficos "TOMAS PALUMBO" - La Madrid 321-325 - Buenos Aires

NOTA PRELIMINAR SOBRE UN YACIMIENTO DE CARBON «ANTRACITA» EN LA ARGENTINA

POR EL

DR. HECTOR H. ALVAREZ

Creo de sumo interés para el exacto conocimiento de nuestros carbones fósiles y al mismo tiempo, como una contribución a la clasificación de los mismos, los datos, antecedentes y otras consideraciones relacionadas con el descubrimiento de un depósito de *antracita;* carbón fósil que, por su composiciión, ocupa el término más elevado de incarbonización de los mismos, y cuya existencia en el país, señaló por primera vez por intermedio de la presente nota.

Hace algún tiempo (1) fué enviada a la Dirección de Minas y Geología de la Nación una muestra de carbón fósil proveniente, según el interesado, de un lugar próximo a la margen derecha del río Limay, en el territorio de Río Negro. Las características del carbón y los resultados del análisis me llamaron la atención, a lo que debo agregar que desconocía la existencia de un tal yacimiento en esos lugares. Con el fin de tener mayores detalles al respecto, me comuniqué con el remitente de la muestra, quien me puso en comunicación con el señor Antonio Coria, de S. C. de Bariloche. El señor Coria, a mi pedido, no sólo me envió nuevas muestras, extraídas de acuerdo a directivas que le comuniqué, sino que me dió algunos detalles de los afloramientos carboníferos que exploraba, agregando esta importante observación: *que el carbón quemaba muy mal;* es decir, con mucha dificultad.

Una vez estudiadas estas nuevas muestras, no tuve ninguna duda:

(1) Julio de 1941.

ellas correspondían a una variedad de carbón fósil no señalado hasta el presente en nuestro país.

Con el objeto de confirmar este importante hallazgo, obtuve del señor Director de Minas y Geología, ingeniero D. Tomás M. Ezcurra, la autorización para realizar un viaje al lugar donde se señalaban estas manifestaciones carboníferas; el que efectué a principios de marzo de 1942.

Situación. — Los afloramientos carboníferos en exploración están situados a unos tres kilómetros en línea recta, hacia el este, de la margen derecha del río Limay, en el departamento Pilcaniyén, territorio de Río Negro. Distan unos 6 kilómetros al noreste del local que ocupa la escuela nacional que funciona en la misma margen de dicho río. De San Carlos de Bariloche hasta el cruce del Limay en bote, frente a la escuela antes mencionada, hay una distancia de 40 kilómetros, de excelente camino, que se extiende dentro del Parque Nacional de Nahuel Huapí (territorio del Neuquén). Desde la estación Ñirihuan de los FF. CC. del Estado hasta los afloramientos hay, siguiendo esa ruta, una distancia inferior a 40 kilómetros. Un camino que bordeara la margen derecha del río Limay acortaría sensiblemente esta distancia. La altitud del lugar donde se realizan los trabajos mineros es de 1.010 m. s. n. m.

Afloramientos. — En la región comprendida por el permiso de exploración que es de dos mil hectáreas, han sido señalados varios afloramientos carboníferos, que encierran el mismo tipo de carbón; pero en el curso de mi viaje sólo visité dos lugares, donde se han realizado algunas labores mineras. La principal de ellas consiste en una galería de varios metros de extensión, denominada 'Mina Vieja », que no pude explorar su interior, por estar derrumbada a pocos metros de la entrada, no obstante su buen enmaderamiento, y también, por estar parcialmente inundada. Por lo tanto, sólo pude observar los mantos carboníferos a la entrada de la galería. Los trabajos mineros habían sido suspendidos desde hace un cierto tiempo; pero el material a la vista, expuesto a los agentes climáticos, parece no haber sufrido mayormente.

El carbón se presenta a la entrada de la galería en forma de capas paralelas, en una altura de aproximadamente dos metros, alternando capas que presentan un mayor o menor brillo.

A unos treinta metros al oeste de la galería hay otro afloramiento, donde se ha practicado un socavón (mina « Nueva »), que también estaba inundado y derrumbado casi a la entrada. Se presenta allí el mismo tipo de carbón que el que se observa en la galería.

Todos estos trabajos de exploración han sido realizados sobre el flanco de un cerro y a pocos metros del cauce de un arroyo, que en el curso de mi visita, sólo llevaba un pequeño caudal de agua.

En toda la región, tanto sobre la margen derecha del río Limay (Río Negro), como en su izquierda (Neuquén), se observan grandes formaciones basálticas, que llegan a tener varios centenares de metros de altura. A ellas les asigno suma importancia por la influencia que seguramente han tenido, en la formación de este tipo de carbón.

Estudio de las muestras. — Merece un aparte, el análisis de la primera muestra de carbón fósil, objeto de esta nota.

Estaba constituída por trozos de tamaño grande, de color negro, brillante; polvo del mismo color y brillo, raya negra, fractura plana.

Humedad a 105°C	3,57 %
Sustancias volátiles	6,45 »
Carbón fijo	52,60 »
Cenizas	37,38 »
Poder calorífico (calculado)	5.139 calorías

Observaciones. — Arde con llama cortísima, produciendo 89,98 % de coque que se presenta en forma de polvo, de color negro, brillante. Las cenizas son de color grisáceo y están constituídas, en gran parte, por arcilla. Los destilados acusan una débil reacción alcalina. Los reactivos potásico y nítrico no tienen ninguna acción sobre este combustible.

Análisis de una muestra en trozos grandes, extraída por el señor A. Coria y de una muestra seleccionada a mano, de la anterior. Estas muestras presentan los mismos caracteres que los apuntados en el análisis que antecede.

Muestra	Trozos grandes	Seleccionada
Densidad a 25°C	1,577	1,494
Humedad a 105°C	2,68 %	1,36 %
Sustancias volátiles	6,34 »	5,60 »
Carbón fijo	46,29 »	75,39 »
Cenizas	44,69 »	17,65 »
Poder calorífico (calculado)	4.582 cal.	6.960 cal.
Arde con llama	——— cortísima ———	
Aspecto del coque	——— polvo ———	
Color de las cenizas	gris oscuro	castaño
Composición de las cenizas	— en gran parte, arcillosas —	
Reactivos potásico y nítrico	—— sin ninguna acción ——	

Con el objeto de estudiar en debida forma la naturaleza de este carbón y poder llegar a su exacta clasificación, extraje del yacimiento, un cierto número de muestras que seleccioné a mano. Los datos que expongo a continuación, corresponden al promedio de tres análisis, cuyos resultados, en cada caso, son muy parecidos. Por el hecho de seleccionarlas en la forma indicada, las muestras están constituídas por pequeños trozos, que presentan una regular consistencia y que por desmenuzamiento no producen polvo.

Color	negro
Lustre	brillante, casi metálico
Raya sobre porcelana	negra
Polvo (color)	negro, brillante
Fracturas	plana y ondulada
Dureza, escala de Mohs	2,5
Densidad a 15°C	1,428
Humedad a 105°C	1,96 %
Sustancias volátiles	5,80 »
Carbón fijo	83,86 »
Cenizas	8,38 »
Azufre total (S)	1,09 »
Poder calorífico directo	7.637 aclorías
Coque directo	92,24 %
Aspecto del coque	polvo
Color del coque	negro brillante
Arde con llama	cortísima
Color de las cenizas	pardo rojizo
Solubilidad en CS_2	ninguna
Reactivos potásico y nítrico	sin acción

Por destilación seca se desprenden, una cierta cantidad de agua y muy pocos gases y alquitranes, que acusan reacción débilmente alcalina.

ANÁLISIS ELEMENTAL. — Con fines comparativos, presento al mismo tiempo, el análisis de una antracita típica, proveniente del Sur de Gales, Inglaterra. Los datos analíticos se refieren al carbón libre de agua y cenizas.

	Carbón estudiado	Antracita S. de Gales
Carbono	92,71 %	89,20 %
Hidrógeno	3,60 »	4,31 »
Nitrógeno	0,34 »	1,25 »
Azufre	1,22 »	1,34 »
Oxígeno	2,13 »	3,90 »

ESTUDIO DE LAS CENIZAS. — El estudio de la composición de las cenizas de un carbón fósil es necesario cuando es menester conocer como se comportarán en el proceso de la combustión (cenizas fusibles a baja temperatura, por ejemplo) y en algunos casos para conocer el origen del mismo. Por ese motivo he realizado una investigación sobre ellas cuyos resultados, como se verá luego, permiten llegar a conclusiones interesantes.

Datos analíticos referentes a:	Carbón	Cenizas
Anhídrido silícico (SiO_2)	3,16 %	37,71 %
» sulfúrico (SO_3)	0,18 »	2,15 »
» fosfórico (P_2O_5)	1,07 »	12,77 »
» vanádico (V_2O_5)	0,08 »	0,95 »
» titánico (TiO_2)	0,05 »	0,60 »
Oxido de hierro (Fe_2O_3)	0,93 »	11,10 »
» » aluminio (Al_2O_3)	1,05 »	12,53 »
» » manganeso (MnO)	0,02 »	0,24 »
» » calcio (CaO)	1,29 »	15,39 »
» » magnesio (MgO)	0,04 »	0,48 »
No dosados (álcalis, etc.)	0,51 »	6,08 »
	8,38 %	100,00 %

Las combinaciones probables de los cuerpos anotados en el análisis de cenizas que antecede, serían las siguientes: gran parte de la sílice está combinada a la alúmina (arcilla), parte como silicatos complejos y probablemente una cierta cantidad al estado libre (cuarzo). El anhídrido sulfúrico, que representa tan sólo una pequeña proporción del contenido de azufre del carbón, está combinado a una base alcalina o alcalina térrea. El fósforo está combinado al calcio en forma de fosfato tricálcico, pues la cantidad de anhídrido

fosfórico anotado corresponde a la de óxido de calcio, para formar el compuesto mencionado. El hierro debe encontrarse, en su mayoría, como óxido férrico, por el color que presentan las cenizas.

En cuanto a las combinaciones en que esos mismos cuerpos he hallan en el carbón, he podido comprobar lo siguiente: la sílice y alúmina están al estado indicado anteriormente (principalmente arcilla). El fósforo y el calcio están combinados al estado de fosfato, y seguramente como fosfato tricálcico, pues las cantidades que he encontrado de ambos elementos, coinciden para formar el cuerpo indicado. Casi todo el azufre debe hallarse en forma de combinación orgánica, pues sólo he comprobado la presencia de una cantidad muy pequeña de azufre libre; no existiendo este elemento al estado de pirita u otro sulfuro mineral, ni tampoco como sulfatos alcalinos o alcalino térreos.

Presenta mucho interés los elevados contenidos que he señalado de fosfato de calcio y de azufre orgánico; el primero de ellos representa el 27,89 % de las cenizas, al estado de $Ca_3 (P O_4)^2$. Lo mismo puedo decir de la presencia en este carbón del elemento *vanadio* en una proporción relativamente elevada (0,95 % $V_2 O_5$ en las cenizas). Con referencia al hallazgo de este elemento en carbones fósiles, cabe destacar que me ha tocado señalarlo en tres tipos de estos combustibles, que a su vez presentan muy distintos grados de incarbonización.

1. — Lignitos de la región de Barro Blanco, departamento de La Capital, provincia de Jujuy (1).

2. — Carbones sub-bituminosos (A.S.T.M.) de la mina « El Desquite » (denominada posteriormente, « La China », « Indio »), región de Cushamen, territorio del Chubut (1).

3. — Carbón (antracita, A.S.T.M.) del yacimiento en estudio, departamento Pilcaniyén, territorio de Río Negro.

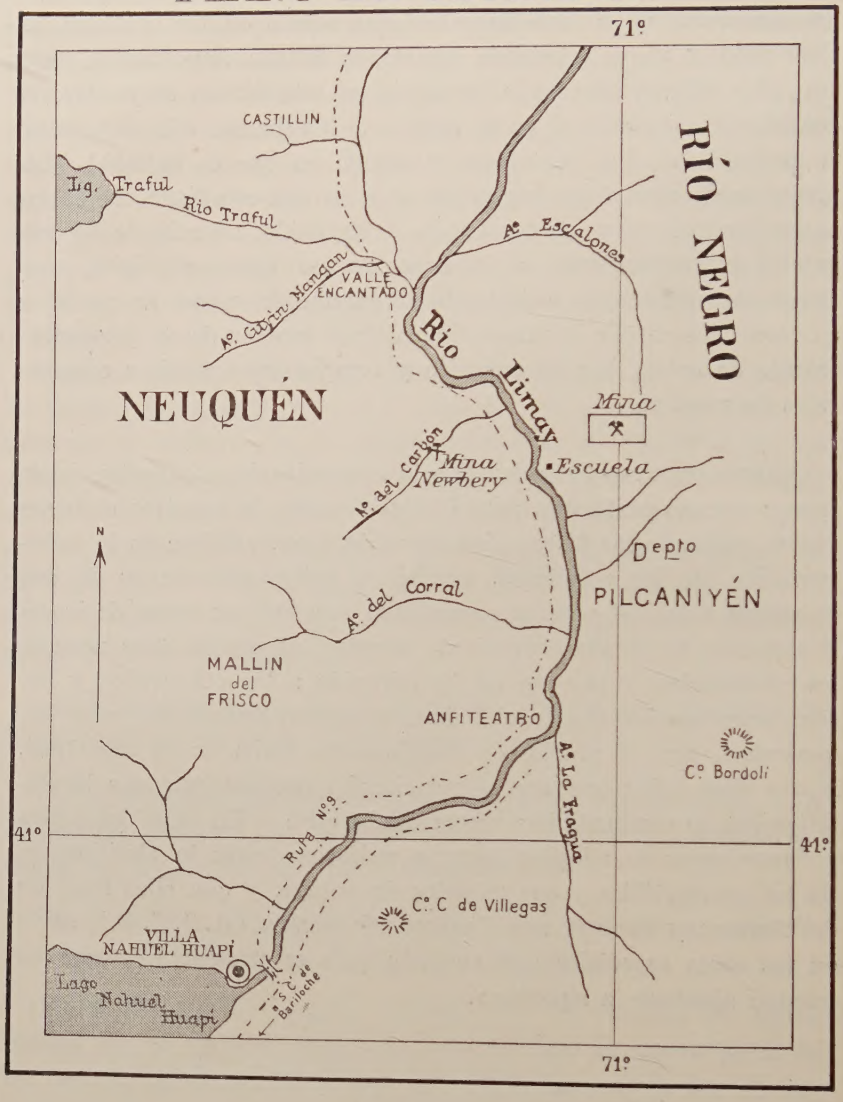
Con referencia al vanadio contenido en los lignitos de Barro Blanco que en algunos casos llega a ser de casi la cuarta parte de las cenizas (al estado de $V_2 O_5$) manifiesto que no le doy la im-

(1) H. H. ALVAREZ. — « Carbones vanadíferos de la República Argentina ». Estudio presentado al Primer Congreso Sudamericano de Ingeniería, realizado en Santiago de Chile. Publicado en el volumen V. 1940.

portancia que este mismo elemento tiene en los carbones de Cushamen y del estudiado, pues su presencia en aquellos la considero accidental. Para mayores detalles al respecto puede consultarse mi estudio citado (1). En cambio, este elemento asociado a importantes cantidades de fosfato de calcio que señalo en los carbones de Cushamen y en el estudiado les asigno mucha importancia, más aun, si a ello agregamos la presencia en este último de azufre en combinación orgánica (en el carbón de Cushamen sólo determiné el azufre total, sin especificar el estado en que se hallaba). La presencia de estos tres compuestos en el carbón estudiado, me hacen sospechar que en su formación ha intervenido, además de los vegetales correspondientes a la flora de esa época geológica, una fauna lacustre, cuyas especies han contribuído, quizá en parte, a su formación, o por lo menos, han dejado rastros de su presencia: fosfato de calcio, azufre orgánico y compuestos orgánicos o minerales de vanadio.

Clasificación. — Considerando la conveniencia e importancia de poseer normas uniformes para la clasificación de nuestros carbones fósiles, evitando las diferencias extremas a que se llega en la interpretación de los resultados analíticos, principalmente en lo que se refiere a los del país, que presentan una extensa gama de incarbonización; he creído conveniente adoptar alguna de estas normas, ya establecidas, y por eso me he adherido a los « Acuerdos y Resoluciones sancionadas en el Primer Congreso Sudamericano de Ingeniería », que se realizó en Santiago de Chile en el año 1939. Entre ellos había uno que se relacionaba precisamente con la clasificación de combustibles; recomendaba que: « En todos los países sudamericanos se adopten normas uniformes para la clasificación de los combustibles y sus métodos de ensaye, y que ellos sean los del American Society for Testing Materials (*A.S.T.M.*), salvo eu los casos especiales que en cada país se presenten, y que no puedan ajustarse a aquellos ».

PLANO DE UBICACIÓN



1. — Entrada a la galería de la mina « Vieja ».

2. — Entrada a la galería de la mina « Vieja »; lugar de donde se extrajeron las muestras.

5 — Labor minera practicada a 30 m al oeste de la mina « Vieja ».

De acuerdo a esas normas, el carbón fósil estudiado, debe clasificarse en el:

GRUPO 2. - ANTRACITA, DE LA CLASE I. - ANTRACITAS

Esta clasificación se aplica, no tan sólo a las muestras seleccionadas, sino también, a las muestras sueltas y comunes.

Modo de formación. — En la formación de este carbón fósil, que geológicamente pertenece al Terciario inferior, considero que se han presentado tres períodos principales:

1. — Depósito de los vegetales que han constituído la masa principal del yacimiento carbonífero; y que debe considerarse a éste como de carácter alóctono (1).

2. — Depósito de restos animales (fauna lacustre), que pueden haber contribuído a su formación o por lo menos, han dejado manifestaciones de su presencia.

3. — Salidas de rocas ígneas, entre las que han predominado los basaltos, cuyas altas temperaturas y enormes presiones ejercidas a su salida, han tenido una gran influencia sobre los caracteres y la composición de este carbón.

Conclusión. — De acuerdo con sus caracteres generales, físicos, composición química y comportamiento ante los diversos reactivos diferenciales, debe considerarse y clasificarse a este carbón fósil, como una verdadera *antracita*. Confirman esta conclusión, si aplicamos las normas establecidas por la A.S.T.M.

Considero que con este hallazgo se abren perspectivas para estudios científicos, tanto en el orden químico, como en el geológico.

(1) Según comunicación verbal del doctor P. Groeber.

SOBRE LA PREVISIÓN DE PERIODOS SECOS Y LLUVIOSOS

POR

EMILIO L. DIAZ

Summary

The autor has made an analisis of rains in some argentine stations based on periodogrames. He thinks to have found out some appearances of well fitness in forecasting, to justify an intensification of researches on that way. Using the 1860-1930 record of rains at Buenos Aires and Bahía Blanca he made a succesfully forecast for the rains (smoothed) in the province of Buenos Aires for the period 1931-1939; and with the 1885-1935 record of precipitations at Tucumán and Córdoba, a prognostic for rains in northern Argentina from 1936 to 1939, this one not so well as the first, but also in the last case, he got a good fitness of trend.

En un trabajo anterior, aparecido en estos mismos Anales, titulado « Un periodograma de las lluvias en Córdoba », hicimos un análisis y determinamos una fórmula compuesta por tres ondas que daba un ajuste bastante aproximado entre las lluvias observadas y calculadas (medias móviles de 3 años).

Alentados por ese primer éxito, hemos aplicado un método análogo a las lluvias registradas en Tucumán, Buenos Aires y Bahía Blanca, cuyos valores nos fueron gentilmente facilitados por la Dirección de Meteorología, Geofísica e Hidrología.

El trabajo fué realizado así; como los datos para Buenos Aires y Bahía Blanca abarcaban un período relativamente extenso, desde 1861 y 1860, respectivamente, con las precipitaciones anuales registradas entre 1860 y 1930 se confeccionó un periodograma y se determinaron las ondas probables, utilizando la información del período 1930-1940 para comprobar si las previsiones que las ondas proporcionaban al extrapolarlas en el futuro coincidían con lo observado. El resultado fué bueno.

Para el caso de Tucumán, cuyo registro comienza en 1885, se procedió en forma análoga, pero calculando el periodograma en base

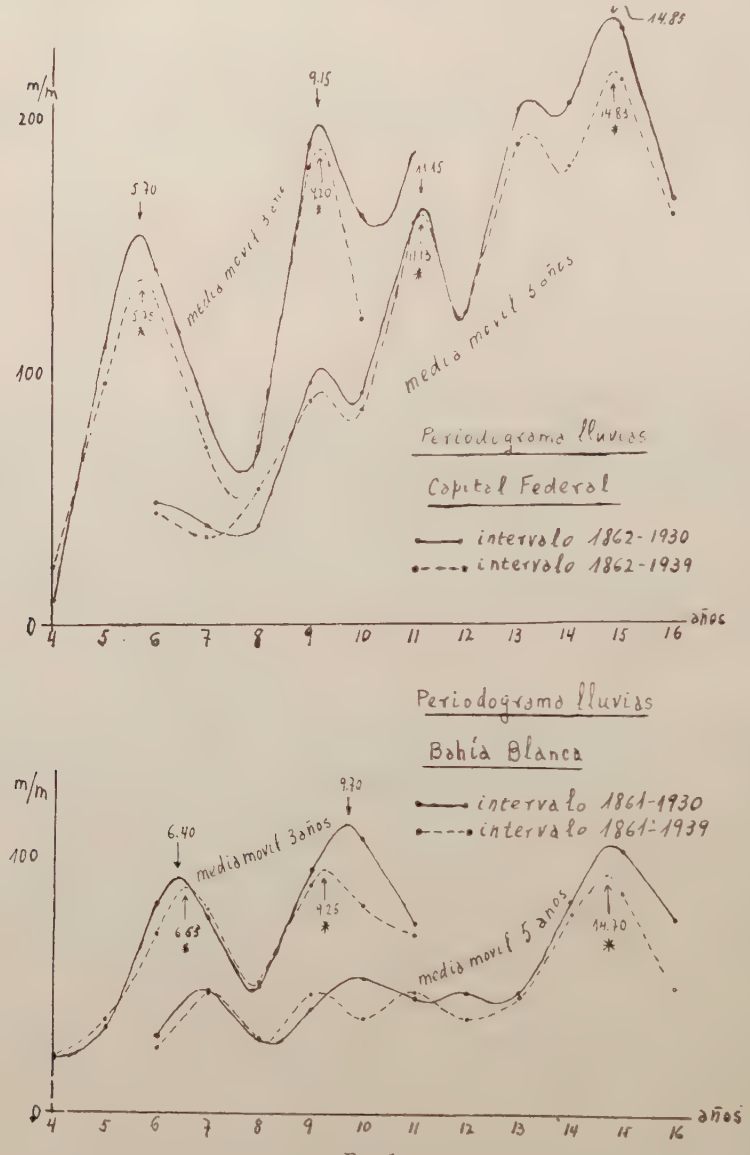


Fig. 1.

al intervalo 1885-1935, y dejando para verificación los valores observados en el lapso que va de 1935 a 1940. El resultado fué

bueno, aunque no tanto como el anterior, pero, a pesar de ello, la determinación de la tendencia de la evolución de las lluvias fué coincidente.

Ambas previsiones fueron aplicadas a lluvias en la zona, la primera para la provincia de Buenos Aires, la segunda para la región central norte argentina.

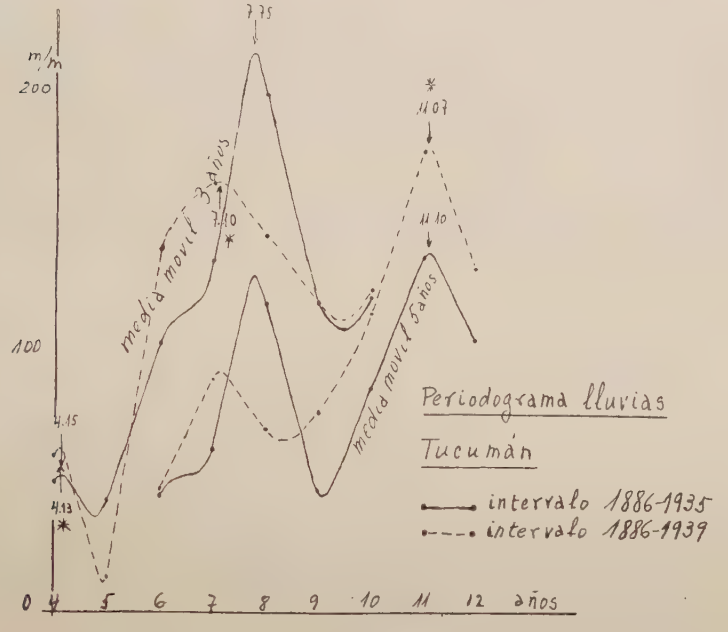


Fig. 2.

El trabajo y el objetivo del método fué la determinación de los períodos secos y lluviosos y su probable intensidad, descartándose la previsión de las lluvias anuales, por entrar a actuar aquí en forma más pronunciada el curso variable de las tormentas de verano que suelen alterar los datos de la observación.

Para estas investigaciones es primordial disponer de gran número de años de observación, pero el éxito halagüeño de los cálculos y previsiones efectuadas nos induce a dar publicidad a estos trabajos.

El procedimiento seguido fué suavizar la curva de los valores de la lluvia en función del tiempo, mediante la media móvil de 3 años, a fin de eliminar en lo posible causas fortuitas de falseamiento de datos como los que más arriba hemos indicado.

Distribuir los valores así determinados según cuadros de distintos números de columnas entre 4 y 11, efectuar promedios, y por diferencias entre máximos y mínimos de los valores promedios fijar las amplitudes que correspondían a cada número de columnas. Con estos datos se confeccionó un periodograma. (Figuras 1 y 2).

Para las ondas de período más largo (mayor de 10 años) se procedió a suavizar los valores de la precipitación anual mediante la media móvil de 5 años a fin de eliminar mejor las causas fortuitas de perturbación, teniendo en cuenta que para ondas de largos períodos el efecto deformador de esa suavización no era tan pronunciado. (Figuras 1 y 2). (La onda de período 21 años de Bahía Blanca no aparece en la figura).

Resumiendo los resultados hallados, se establecieron las siguientes ondas para los diferentes lugares a los que se aplicó el cálculo.

Tucumán ($t = 1$ para el año 1886).

$$X_T = f_{4,15} + f_{7,75} + f_{11,10} = \\ = 25 \text{ sen } (86°,7\ t + 47°) + 80 \text{ sen } (46°,45\ t + 311°) + \\ + 60 \text{ sen } (32°,43\ t + 25°).$$

Córdoba ($t = 1$ para el año 1888).

$$X_C = f_{5,10} + f_{7,05} + f_{9,80} = \\ = 31 \text{ sen } (70°,6\ t + 332) + 74 \text{ sen } (51°,1\ t + 270°) + \\ + 54 \text{ sen } (36°,7\ t + 299°).$$

Capital Federal ($t = 1$ para el año 1862).

$$X_{CF} = f_{5,70} + f_{9,15} + f_{11,15} + f_{14,85} = \\ = 77 \text{ sen } (63°,16\ t + 222°) + 80 \text{ sen } (39°,34\ t + 202°) + \\ + 73 \text{ sen } (32°,29\ t + 220°) + 106 \text{ sen } (24°,24\ t + 261°).$$

Bahía Blanca ($t = 1$ para el año 1861).

$$X_{BB} = f_{6,40} + f_{9,70} + f_{21,0} = \\ = 36 \text{ sen } (56°,25\ t + 248°) + 50 \text{ sen } (37°,1\ t + 233°) + \\ + 100 \text{ sen } (17°,14\ t + 140°).$$

Las amplitudes y constantes de fase han sido obtenidas gráficamente. Los períodos se determinaron por inspección visual del periodograma.

Los lapsos de tiempo empleados en los cálculos de las ondas dadas más arriba fueron los que siguen:

Tucumán	de 1885 a 1935
Córdoba	» 1888 » 1940
Capital Federal	» 1861 » 1930
Bahía Blanca	» 1860 » 1930

Una vez determinadas las fórmulas que se dieron más arriba, se procedió a calcular en base a los métodos estadísticos comunes (correlación simple), el grado de ajuste (coeficiente de correlación) entre lo calculado y lo observado, y además, el error cuadrático medio.

A continuación damos un resumen de los cálculos realizados:

Tucumán (de 1886 a 1935).

$$r = 0{,}635 \qquad \sigma = \pm 84 \qquad a = -6{,}6 \qquad b = +0{,}954$$
$$Y_T = -7 + 0{,}954\, X_T \pm 84$$

Córdoba (de 1889 a 1939).

$$r = 0{,}75 \qquad \sigma = \pm 62 \qquad a = -7 \qquad b = +0{,}94$$
$$Y_C = -7 + 0{,}94\, X_C \pm 62$$

Capital Federal (de 1880 a 1930).

$$r = 0{,}467 \qquad \sigma = \pm 146 \qquad a = -2{,}7 \qquad b = +0{,}67$$
$$Y_{CF} = -3 + 0{,}67\, X_{CF} \pm 146$$

Bahía Blanca (de 1861 a 1930).

$$r = 0{,}603 \qquad \sigma = \pm 79 \qquad a = +3{,}8 \qquad b = +0{,}73$$
$$Y_{BB} = 4 + 0{,}73\, X_{BB} \pm 79.$$

Es de hacer notar que las lluvias en la Capital Federal son mucho más variables que las de los otros lugares analizados.

A los efectos de tener una idea del grado de aproximación de los datos proporcionados por el cálculo y los obtenidos en la realidad, podemos hacer la proporción entre la amplitud máxima de lluvias registradas (media móvil de 3 años) y el doble del error cuadrático medio (faja donde caen el 70 % de las observaciones).

Tucumán. (Anterior a 1936).

$$\text{amplitud máxima} = 229 - (-245) = 474$$
$$2 \times \sigma = 168$$
$$\text{relación} = \frac{474}{168} = 2{,}8$$

Porciento de la zona de variación, abarcada por la faja = 35 %.

Córdoba. (Anterior a 1939).

$$\text{amplitud máxima} = 183 - (-232) = 415$$
$$2 \times \sigma = 124$$
$$\text{relación} = \frac{415}{124} = 3{,}4$$

Porciento de la zona de variación, abarcada por la faja = 30 %.

Capital Federal. (Anterior a 1930).

$$\text{amplitud máxima} = 482 - (-286) = 768$$
$$2 \times \sigma = 292$$
$$\text{relación} = \frac{768}{292} = 2{,}6$$

Porciento de la zona de variación, abarcada por la faja = 38 %.

Bahía Blanca. (Anterior a 1930).

$$\text{amplitud máxima} = 261 - (-180) = 441$$
$$2 \times \sigma = 158$$
$$\text{relación} = \frac{441}{158} = 2{,}8$$

Porciento de la zona de variación, abarcada por la faja = 36 %.

Resumiendo, podemos decir que la zona del 70 % de probabilidad que determina el cálculo es $^1/_3$ del margen dentro del cual varían los períodos secos y lluviosos.

Los gráficos 1 y 2 muestran los periodogramas de las 4 estaciones analizadas.

En los gráficos 3 y 4 se muestran los resultados de las previsiones por zonas, para la provincia de Buenos Aires, de 1931 a 1939; y para la región central norte de la Argentina de 1936 a 1939.

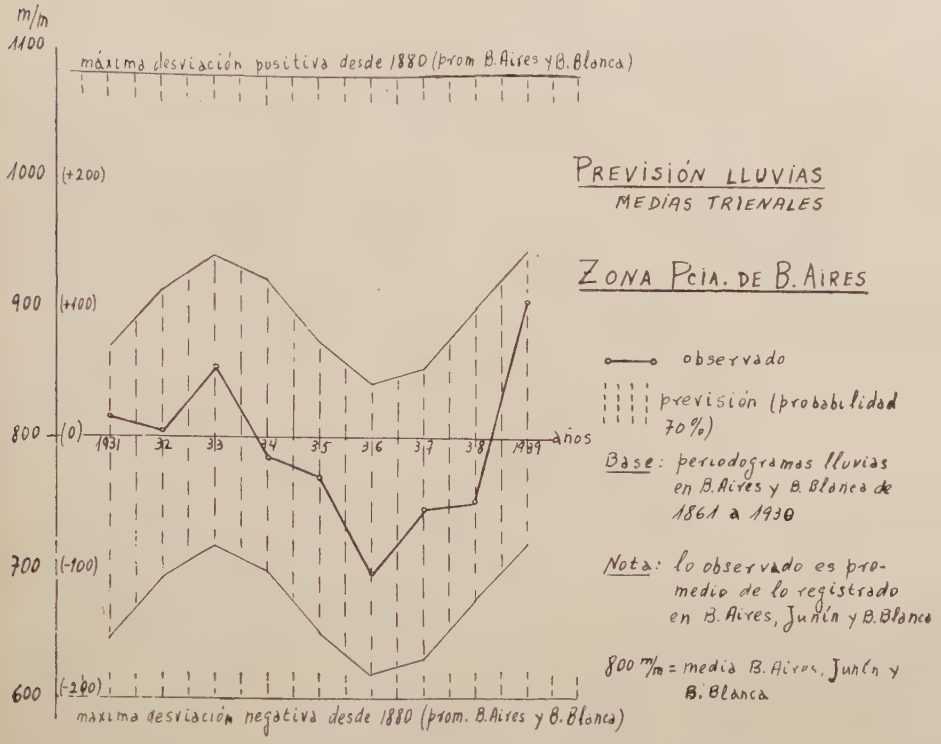


Fig. 3.

En los gráficos 3 y 4, la zona de previsión ha sido determinada así:

$$Y_{\text{Pcia. de Bs. As.}} = \frac{a_{CF} + a_{BB}}{2} + b_{\text{Pcia. de Bs. As.}} \cdot \frac{X_{CF} + X_{BB}}{2} \pm \frac{\sigma_{CF} + \sigma_{BB}}{2}$$

donde

$$b_{\text{Pcia. de Bs. As.}} = \frac{b_{CF} + b_{BB}}{2}$$

$$Y_{\text{zona central norte}} = \frac{a_T + a_C}{2} + b_{\text{central norte}} \cdot \frac{X_T + X_C}{2} \pm \sigma_T$$

donde

$$b_{\text{central norte}} = \frac{b_T + b_C}{2}$$

provisionalmente, se tomó como error cuadrático de la zona central norte el error cuadrático determinado para Tucumán.

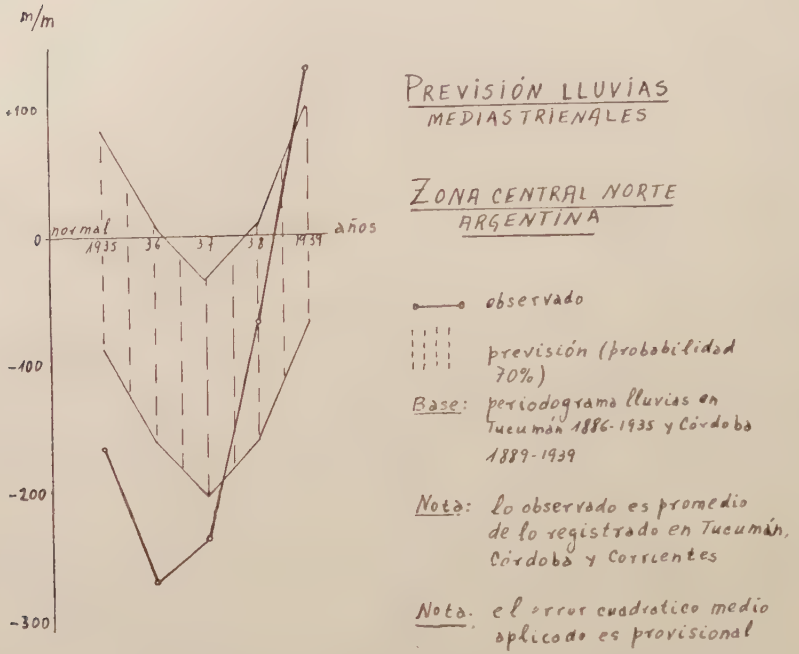


FIG. 4.

Como se ve los resultados hallados con este método parecen ser buenos; sin embargo, dado de que el número de años de observación de que se dispone es relativamente escaso, están sujetos a comprobaciones ulteriores que decidirán sobre la utilidad del sistema propuesto.

Finalmente, daremos a continuación las fórmulas finales obtenidas con la información de las lluvias hasta 1940.

Comparando éstas con las anteriores se notan algunas diferencias, especialmente en la constante de fase, diferencias producidas en los casos en que aparecieron variaciones en los períodos de las ondas nuevamente determinadas.

Tucumán.

$$T = 4{,}13 \qquad f_{4,13} = 28 \operatorname{sen} (87°{,}17\, t + 3°)$$

$$T = 7{,}1 \qquad f_{7,1} = 83 \operatorname{sen} (50°,\ 7\, t + 182°)$$

$$T = 11{,}07 \qquad f_{4,07} = 90 \operatorname{sen} (32°{,}53\, t + 22°)$$

$$X_T = f_{4,13} + f_{7,1} + f_{11,07}$$

t = 1 para el año 1886.

Capital Federal.

$$T = 5{,}75 \qquad f_{5,75} = 68 \operatorname{sen} (62°{,}61\, t + 212°)$$

$$T = 9{,}2 \qquad f_{9,2} = 80 \operatorname{sen} (39°{,}13\, t + 206°)$$

$$T = 11{,}13 \qquad f_{11,13} = 72 \operatorname{sen} (32°{,}33\, t + 221°)$$

$$T = 14{,}83 \qquad f_{14,83} = 97 \operatorname{sen} (24°{,}27\, t + 260°)$$

$$X_{CF} = f_{5,75} + f_{9,2} + f_{11,13} + f_{14,83}$$

t = 1 para el año 1862.

Bahía Blanca.

$$T = 6{,}63 \qquad f_{6,63} = 40 \operatorname{sen} (54°{,}3\ t + 285°)$$

$$T = 9{,}25 \qquad f_{9,25} = 43 \operatorname{sen} (38°{,}93\, t + 154°)$$

$$T = 14{,}7 \qquad f_{14,7} = 37 \operatorname{sen} (24°{,}5\ t + 190°)$$

$$T = 22{,}5 \qquad f_{22,5} = 78 \operatorname{sen} (16°{,}0\ t + 192°)$$

$$X_{BB} = f_{6,63} + f_{9,25} + f_{14,7} + f_{22,5}$$

t = 1 para el año 1861.

MEDIAS MÓVILES DE LLUVIAS DE 3 Y 5 AÑOS

AÑOS	TUCUMAN		CORDOBA		BUENOS AIRES		BAHIA BLANCA	
	3 AÑOS	5 AÑOS	3 AÑOS	5 AÑOS	3 AÑOS	5 AÑOS	3 AÑOS	5 AÑOS
1861					—	—	352	342
62					777	768	335	354
63					830	770	399	409
64					735	826	451	463
65					794	731	506	428
66					741	822	477	477
67					864	908	448	490
68					967	920	444	427
69					1051	897	449	397
1870					919	936	372	462
71					788	863	431	474
72					769	821	526	507
73					839	840	628	505
74					891	865	520	623
75					922	908	620	619
76					934	978	617	655
77					999	913	776	605
78					919	906	598	630
79					888	941	538	562
1880					859	932	465	524
81					965	935	482	497
82					1048	1030	554	515
83					1068	1056	512	498
84					1095	1030	495	463
85					1016	981	409	492
86	986	986			884	969	451	455
87	980	1051			904	1004	482	458
88	1061	1040			1025	964	503	443
89	1082	987	762		1066	972	413	461
1890	1019	980	827		1012	971	419	438
91	869	931	748		829	861	419	405
92	799	941	761		734	783	420	405
93	819	816	750		710	907	410	446
94	808	885	673		961	868	426	462
95	943	969	640		1031	897	513	541
96	1083	1058	686		1019	989	645	544
97	1201	1050	731		869	1016	583	582
98	1094	1069	716		956	1131	611	663
99	974	1009	652		1350	1157	631	613

MEDIAS MÓVILES DE LLUVIAS DE 3 Y 5 AÑOS (*Continuación*)

AÑOS	TUCUMAN		CORDOBA		BUENOS AIRES		BAHIA BLANCA	
	3 AÑOS	5 AÑOS	3 AÑOS	5 AÑOS	3 AÑOS	5 AÑOS	3 AÑOS	5 AÑOS
1900	861	988	611		1312	1146	628	523
01	980	920	644		1235	1154	546	583
02	952	1003	736		908	1108	450	628
03	1084	1016	891		875	915	636	560
04	1020	1077	864		965	891	693	575
05	1123	1008	742		874	870	614	623
06	988	1014	621		838	813	538	573
07	948	888	622		738	814	470	476
08	770	976	634		747	735	471	423
09	967	965	604		741	628	359	458
1910	1041	968	689		899	989	423	439
11	1121	950	696		1129	1072	476	429
12	906	1034	721		1299	1260	480	522
13	685	942	750		1467	1313	578	571
14	924	867	718		1281	1167	579	544
15	902	820	653		1058	1040	616	503
16	765	914	542		762	959	444	579
17	859	933	629		708	888	493	617
18	995	916	816		1003	890	699	607
19	1083	1016	872		1030	975	752	601
1920	1073	1124	783		1085	1043	653	620
21	1084	1034	728		1020	1085	449	638
22	1057	940	715		1034	939	545	514
23	868	968	724		943	1009	555	568
24	823	930	701		974	1000	666	626
25	899	915	752		944	956	633	606
26	1042	989	780		1048	958	603	516
27	1091	1013	783		949	967	458	505
28	1006	1007	—		888	961	353	453
29	978	1017	—		983	954	411	421
1930	946	1016	—		936	952	475	457
31	1046	1033	795		1022	938	522	499
32	1133	1031	737		909	1008	534	534
33	1029	979	682		978	910	540	492
34	917	901	608		913	998	469	471
35	727	784	592		1037	988	429	447
36	634	707	476		990	976	377	433
37	680	802	493		1020	989	436	419
38	864	865	630		962	1122	453	491
39	1052	910	787		1135	1080	543	506

LA TEMPERATURA Y LAS MAGNITUDES FISICAS

POR

ENRIQUE LOEDEL PALUMBO

1) INTRODUCCION

Lo que ocurre con la temperatura es algo insólito: algunos autores opinan que no es una magnitud física y otros, en cambio, la toman como ejemplo típico de las magnitudes escalares. Podría formarse dos largas listas con los nombres de prestigiosos autores que participan de una u otra opinión. Pero las cuestiones científicas no se deciden por mayoría, ni aplicando a ellas el principio de autoridad. De esta desagradable situación no se han librado, tampoco, los textos elementales dedicados a la enseñanza media, lo que ha acarreado entre el cuerpo de profesores un estado de desconcierto improductivo. Algunos, en efecto, enseñan y los alumnos repiten:

« Para el estado térmico de los cuerpos no es posible definir la « suma; el estado térmico no es, en consecuencia, susceptible de « medida. La temperatura no es, por tanto, una magnitud física, « como lo son, por ejemplo, la longitud, el tiempo, la masa, el vo- « lumen, etc. ».

Otros en cambio, enseñan:

« Se llama temperatura de un cuerpo, a lo que indica un ter- « mómetro, (construído de tal y tal manera, y graduado conven- « cionalmente de tal y tal otra) cuando dicho termómetro se « pone en contacto con el cuerpo. Si el termómetro en contacto « con A indica 15°C, y en contacto con los cuerpos X e Y indica, « por ejemplo, 10°C y 5°C, digo que la temperatura de A, en esa « escala, es la suma de las temperaturas de X y de Y ».

Frente a semejante situación, lo primero que cabe pensar, es que se trata aquí, una vez más, de una cuestión de palabras, de terminología, y no de una cuestión de fondo. Anotemos al margen,

que las meras cuestiones de palabras son las que suscitan siempre las controversias más enconadas, debido simplemente al hecho de que los que discuten no se entienden: hablan idiomas diferentes.

Sin embargo en la ciencia, y en particular en la física, las cuestiones de palabras deben ser superadas por medio de convenciones y definiciones adecuadas. Gran parte del trabajo científico no es otra cosa que la creación de un lenguaje científico.

En el presente trabajo analizaré el grado de consistencia de los argumentos esgrimidos por los que afirman que la temperatura no es una magnitud física, para lo cual deberé pasar revista sobre lo que se ha entendido con la palabra « temperatura » en diferentes etapas del desarrollo del pensamiento científico. Dada la importancia del asunto y el amplio círculo de docentes interesados en el mismo, este trabajo no tendrá la concisión habitual de las memorias científicas, pues me pareció necesario intercalar numerosos ejemplos que si bien lo hacen más extenso, contribuirán, según creo, a aclarar uno de los conceptos básicos de la física.

Como se verá, dichos argumentos carecen por completo de consistencia.

2) COCIENTE Y SUMA DE TEMPERATURAS

Comenzaré por transcribir aquí lo que se dice al respecto, en el tratado de física de ISNARDI-COLLO (Tomo de calor), 1925. En la pág. 9, después de haber dicho en la 7, que no es posible establecer un sistema de medidas para los estados térmicos, por no ser posible la definición de *suma* de dos de dichos estados, se lee:

« Conviene insistir en que los números (temperaturas) que co-
« rresponden en una cierta escala a los diversos estados térmicos
« *no* expresan medidas de los mismos. Para convencernos basta
« calcular la relación de las temperaturas correspondientes a dos
« determinados estados térmicos A_1 y A_2 en diversas escalas (cen-
« tígrada, t, y Fahrenheit, t'):

$$t_1 = 20^\circ\,\mathrm{C}; \qquad t_1' = 68^\circ\,\mathrm{F};$$
$$t_2 = 40^\circ\,\mathrm{C}; \qquad t_2' = 104^\circ\,\mathrm{F}.$$

« La segunda temperatura centígrada (t_2) es doble de la prime-
« ra (t_1); pero sus correspondientes en la escala de Fahrenheit
« no están en la misma relación, porque ni unas ni otras expresan
« medidas de los estados térmicos correspondientes. La relación de
« dos magnitudes es, por el contrario, independiente del sistema de
« medidas en que se expresan ».

Se advierte de inmediato que si el cociente t_1/t_2 es diferente del cociente t_1'/t_2' ello se debe, simplemente, a que los ceros de ambas escalas no coinciden. Si al « *estado altimétrico* » de un punto (cumbre de una montaña) corresponde una altura de 6000 m, respecto al nivel del mar, y siendo la altura de otro punto respecto al mismo nivel igual a 3000 m, el cociente de ambas alturas es igual a 2. Si el nivel de origen es ahora la superficie de un lago situado a 2000 m de altura con respecto al nivel del mar, las alturas respecto al nivel del lago serán, respectivamente, iguales a 4000 m y 1000 m. En las temperaturas centígradas el cero corresponde, *por convención,* al hielo en fusión. En cambio a este estado térmico le corresponde en la escala Fahrenheit el grado 32° : 32°F. Si referimos al mismo origen las indicaciones de ambas escalas, la relación se conserva. Restando 32°F a las temperaturas t'_1 y t'_2 del ejemplo se tiene:

$$\frac{104° \text{ F} - 32° \text{ F}}{68° \text{ F} - 32° \text{ F}} = \frac{40° \text{ C}}{20° \text{ C}} = 2.$$

Llama enormemente la atención que esta circunstancia trivial quiera hacerse valer como argumento para negar a la temperatura el carácter de magnitud. Tanto más, cuanto en la fórmula establecida y utilizada para calcular los datos del ejemplo:

$$\frac{\text{C}}{100° \text{ C}} = \frac{\text{F} - 32° \text{ F}}{(212 - 32)° \text{ F}},$$

se utiliza precisamente la igualdad del cociente de dos temperaturas, expresadas en ambas escalas, pero referidas al mismo origen. Parece, pues, que la elección arbitraria y puramente convencional del origen, fuera una razón para negar a la temperatura el carácter de magnitud.

Cuando Celsius resolvió indicar con 0° la temperatura del hielo en fusión, procedió con la misma libertad con que procedemos nosotros todos los días, al tomar un punto arbitrario sobre el trazo representativo de una recta, haciéndole corresponder al mismo el número cero. Si se diera el caso de que al hacer esa operación, un alumno nos preguntara, cómo sabemos que el cero corresponde a ese punto y no a otro situado más a la izquierda o más a la derecha, lo mejor que podríamos hacer sería relatarle la divertida anécdota que refiere el físico Jordan al tratar sobre la libertad que

tiene la ciencia para designar y definir los conceptos que utiliza. La anécdota es la siguiente: Durante una erudita conferencia de Astronomía uno de los oyentes se levanta y pregunta: « Señor pro- « fesor: he comprendido cómo se hace para determinar la masa, la « distancia, el volumen, etc., de la estrella de la cual Vd. nos ha « hablado; pero, podría decirnos: ¿cómo han hecho los astrónomos « para averiguar que la tal estrella se llama Sirio? ».

Después de haber hecho corresponder el número cero a un punto arbitrario de la recta de que hablábamos, nos falta todavía una unidad de longitud si deseamos expresar la distancia a que se encuentra del origen un punto cualquiera de la recta. Una nueva convención es necesaria. Puedo tomar sobre la recta otro punto arbitrario y hacerle corresponder un número también arbitrario, o puedo tomar como unidad la distancia que separa dos trazos marcados sobre una regla, etc. Pero no bastan todavía estas convenciones. Si deseamos efectuar medidas reales debemos postular la existencia del cuerpo rígido y decir: « Esto es, por convención, un *cuerpo rígido* ».

Bien, sean sobre esa recta dos puntos P_1 y P_2 cuyas distancias al origen O son:

$$d_1 = 5 \text{ cm}; \; d_2 = 10 \text{ cm}.$$

Si un punto O' dista de O 4 cm, las distancias de P_1 y P_2 a O' son:

$$d_1' = 1 \text{ cm}; \; d_2' = 6 \text{ cm}.$$

Se tiene entonces:

$$\frac{d_2}{d_1} = 2 \quad ; \quad d_1 + d_2 = 15 \text{ cm} \; ;$$

$$\frac{d_2'}{d_1'} = 6 \quad ; \quad d_1' + d_2' = 7 \text{ cm}.$$

Ante todo pido disculpas por la elementalidad de estos ejemplos. Me obliga a ello otro argumento que se pretende hacer valer para negar a la temperatura el carácter de magnitud. Este nuevo argumento no difiere esencialmente del anterior. Transcribo a continuación lo que al respecto dice el Doctor Rey Pastor en su « Análisis Algebraico » (1922, pág. 196):

« Sin embargo, no puede decirse que una temperatura sea suma « de otras dos, ni un nivel suma de otros. A primera vista ocurre « afirmar que tal sucede cuando el número que marca el termó- « metro (o la cota, en el ejemplo del nivel) es suma de los otros « números, pero esta definición no es independiente de la escala « adoptada y contiene, por tanto, *un elemento arbitrario extraño « al concepto físico.* (Subrrayado por nosotros). Si, por ejemplo « un cuerpo marca en la escala centígrada 15° y otros dos cuerpos « marcan 5° y 10°, parece que la temperatura de aquél es suma « de las de éstos, pero si ahora tomamos un termómetro con escala « Fahrenheit, cuyo cero es distinto del centígrado, los números que « señala son respectivamente 59, 41, 50, y el primero ya no es « suma de estos dos. Habría pues que apelar a una escala absoluta, « y lo mismo en el caso de los niveles. En cambio, si el peso ó el « volumen de un cuerpo es suma de los pesos o volúmenes de otros, « este concepto es independiente de la unidad que se adopte para « medirlos ».

Observemos, antes de seguir adelante, que si restamos 32°F a las temperaturas del ejemplo, se tiene:

$$(59° \text{ F} - 32° \text{ F}) = (41° \text{ F} - 32° \text{ F}) + (50° \text{ F} - 32° \text{ F})$$

Es lamentable la confusión en que se ha incurrido, al no distinguir entre unidad de medida y origen de la escala adoptada. El grado Fahrenheit (unidad en la escala F) es igual a 5/9 del grado centígrado. Además ambas escalas difieren en el origen. De modo que si una temperatura es suma de otras dos, aquélla sigue siendo igual a las sumas de éstas, cualquiera sea la *unidad* adoptada, pero, claro está que si se cambia el origen, de lo que se habla es ahora de otra cosa.

Cuando decimos que tal cuerpo tiene una temperatura de 15°C, eso significa que la diferencia entre la temperatura de ese cuerpo y la del hielo en fusión es igual a 15/100 de la diferencia de temperatura entre el agua en ebullición y el hielo fundente. Si para el mismo cuerpo, un termómetro con escala Fahrenheit, indica 59°F ello significa que la diferencia de temperatura entre ese cuerpo y cierta mezcla frigorífica es igual a 59/212 de la diferencia de temperatura entre dicha mezcla y el agua en ebullición. Como el termómetro Fahrenheit en el hielo fundente marca 32°F, también en la escala Fahrenheit se cumple que la diferencia entre la temperatura del cuerpo y la del hielo en fusión es igual a 15/100 de

la diferencia de temperatura entre el agua en ebullición y el hielo fundente:

$$\frac{59 - 32}{212 - 32} = \frac{15}{100}.$$

El « elemento arbitrario extraño al concepto físico » de que habla Rey Pastor es, nuevamente aquí, la elección del origen. El elemento es arbitrario (convencional) pero no extraño al concepto físico. Para hablar con sentido de la altura de un punto debo elegir arbitrariamente, convencionalmente, el nivel cero. Para relacionar diversos instantes de tiempo se elige convencionalmente un cero arbitrario, que en nuestra cronología, coincide con el 1º de Enero del año del nacimiento de Cristo. Los instantes de tiempo de determinado día:

6 h p. m. y 3 h p. m.

corresponden, con otro origen corrido en doce horas, a los instantes

18 h y 15 h.

Nadie ha de decir por esto que el tiempo no es una magnitud física ya que figura como magnitud fundamental en todos los sistemas de medidas.

Agreguemos todavía otro ejemplo: El « *estado de movimiento* » de un punto en determinado instante se mide por la velocidad del punto referida a determinado sistema de coordenadas. No tiene sentido hablar de « la » velocidad de un punto si no se la refiere a determinado sistema. Sean, por ejemplo, dos puntos P_1 y P_2 que se mueven sobre la misma recta, en el mismo sentido, y cuyas velocidades, con respecto a un sistema S, son:

$$v_1 = 20 \text{ m/seg}; \; v_2 = 10 \text{ m/seg}.$$

Respecto a otro sistema S', que se desplaza con respecto a S, sobre la misma recta, en el mismo sentido, con la velocidad de 5 m/seg, las velocidades de los mismos puntos serían (según la mecánica clásica):

$$v_1' = 15 \text{ m/seg}; \; v_2' = 5 \text{ m/seg}.$$

En el sistema S la velocidad de P_1 es doble de la de P_2, cualquiera sea la unidad en que se mida la velocidad. Pero la relación entre

ambas velocidades, claro está que varía al variar el sistema al cual aquéllas se refieren.

Cuando se elige una determinada escala termométrica, para expresar con ella una temperatura, se ha elegido simultáneamente la unidad de medida y « el sistema » de referencia, que en este caso es la elección del punto cero. Obsérvese que los ejemplos transcriptos de Isnardi-Collo y Rey Pastor no podrían haberse formulado comparando los datos de la escala centígrada con la Réaumur, que difieren solamente en la unidad de medida y no en el origen.

Se sobreentiende en todo lo que precede que se trata de diferentes escalas pero de una misma substancia termométrica.

Los argumentos que hemos transcripto hasta ahora prueban solamente que el cero de la escala termométrica es puramente convencional, como lo es el nivel del mar, o cualquier otro para definir una altura; como es convencional la elección del meridiano de Greenwich para expresar las longitudes geográficas, o el potencial eléctrico cero de la Tierra, etc., etc.

Agreguemos aquí, antes de seguir ocupándonos de la temperatura, que la distinción que hace Rey Pastor, según la cual el volumen o la masa serían propiamente magnitudes por que no requieren de la elección convencional de un cero, en tanto que temperatura y nivel no lo son (ni el tiempo, ni la distancia, ni el potencial, etc., agregamos nosotros) es más aparente que real y conduce a resultados tan absurdos como el siguiente: No tendría sentido decir, si se acepta ese punto de vista, que la masa de un cuerpo es la suma de las masas de sus partes, ni que el volumen es suma de partes de volumen. Para que se vea que es así, y fijar ideas, imaginemos que el cuerpo en cuestión es una columna cilíndrica dispuesta verticalmente. Consideremos planos horizontales que seccionen la columna en puntos cualesquiera de la misma. Elijamos como plano cero a uno cualquiera de ellos y numeremos los demás de modo que dichos números expresen, en determinada unidad, la masa de columna comprendida entre el plano considerado y el plano de referencia. Tendremos, por ejemplo:

0, 5 Kg, 10 Kg, 15 Kg, ...

A estos mismos planos, y en la misma unidad corresponderían, eligiendo como plano cero otro situado más abajo:

20 Kg, 25 Kg, 30 Kg, 35 Kg, ...

Pues bien, si se acepta el criterio del Dr. Rey Pastor, ni una ni otra escala expresarían medidas de las masas de las porciones que limitan. Se ha introducido un « elemento arbitrario extraño al concepto físico » cual es la consideración del origen.

« Si a primera vista ocurre afirmar

$$15 \text{ Kg} = 5 \text{ Kg} + 10 \text{ Kg},$$

« como en la otra escala se tienen los « números » 35, 30 y 25, no « siendo 35 suma de los otros dos, etc., etc. ».

Habría que apelar, dice el Dr. Rey Pastor, a una escala absoluta. Esta correspondería en el ejemplo de la columna, al caso en que el plano cero pasara por la parte inferior de la misma. Se sigue de aquí que la masa de la columna sería suma de las masas de sus partes sólo cuando la división y la numeración se lleva a cabo de cierta manera. En los demás casos, como no tendría sentido sumar, no podría decirse lo mismo. El ejemplo de la columna está realizado en la práctica en la escala graduada, adjunta a los barcos, que indica el desplazamiento de los mismos. El cero de la escala corresponde, por lo general, a la línea de flotación del barco descargado. Si se acoraza el barco, como es necesario hacerlo en esta época, y se pinta junto a la vieja escala otra, con el cero más arriba, sería absurdo que se dijera, por esto, que ni una ni otra escala expresan medidas de la carga.

(Concluirá)

TRABAJOS DE PROXIMA PUBLICACION

DE LAZARO, JUAN F.

Un pleito secular entre Santiago del Estero y Tucumán.

DI LEO, ERNESTO

El « Clostridium Welchii » como índice de pureza de las aguas.

GORCZYNSKI, W., D. Sc.

ARIDEZ, *cómo se computa. Con algunas aplicaciones al hemisferio occidental y otros continentes.*

KNOCHE, WALTER

La acción humana como una causa posible de liberar movimientos sísmicos.

LOEDEL PALUMBO, ENRIQUE

La temperatura y las magnitudes físicas. (*Continuación*).

MONDOLFO, RODOLFO

Sugestiones de la técnica en las concepciones de los naturalistas presocráticos.

REBUELTO, EMILIO

Tarifas ferroviarias de rendimiento máximo. (Continuación).

ROHMEDER, GUILLERMO

Observaciones meteorológicas en la región encumbrada de las Sierras de Famatina y del Aconquija (República Argentina).

RUSCONI, CARLOS

Algunos terrenos del cuaternario y terciario superior de Mendoza.

WAUTERS, CARLOS

Ríos de interés interprovincial.

PROFESIONALES Y PROPIETARIOS

SE BENEFICIAN POR IGUAL

TANTO el profesional de la construcción que cuida su reputación y prestigio, como el propietario que vigila sus intereses y la seguridad de sus inquilinos, prefieren construír sus obras con un cemento de reconocida buena calidad. El cemento portland "SAN MARTIN" brinda seguridad donde quiera que se le emplea, por que su alta calidad es el resultado de su esmerada elaboración y de la permanente fiscalización de sus laboratorios químicos.

CALIDAD - SERVICIO - COOPERACION

CEMENTO SAN MARTIN PORTLAND
INDUSTRIA ARGENTINA

COMPAÑIA ARGENTINA DE CEMENTO PORTLAND

RECONQUISTA 46 - BUENOS AIRES ● SARMIENTO 991 - ROSARIO

CEMENTO PORTLAND "INCOR"
INDUSTRIA ARGENTINA

CE - 149

COMPAÑIA DE SEGUROS

La Comercial e Industrial de Avellaneda

SOCIEDAD ANONIMA

Incendio **Cristales**

Avda. Mitre 429 (piso 1°) - Avellaneda — U. T. 22 - 7941 y 22 - 9138

EL COMERCIO

COMPAÑIA DE SEGUROS A PRIMA FIJA

MAIPU 53 - Bs. As. - U. T. 34, DEFENSA 2181

VIDA - INCENDIOS - AUTOMOVILES

MARITIMOS - CRISTALES - GRANIZO

Presidente: Ernesto Mignaquy *Gerente:* E. P. Bordenave

COMPAÑIA DE SEGUROS DE VIDA

SUD AMERICA

Av. R. SAENZ PEÑA 530 - BUENOS AIRES

La más poderosa y difundida en el país.

Seguros de Vida en vigor

$ 339.345.032 m/l.

Reservas Técnicas:

$ 54.369.767 m/l.

Pagados a Asegurados y Beneficiarios desde 1923:

$ 107.469.478 m/l.

CRISTALERIAS MAYBOGLAS

Sociedad de Responsabilidad Limitada

CAPITAL $ 1.000.000 m/n

•

MyB M. R.

ENVASES DE VIDRIO - TUBOS DE VIDRIO

BLOQUES PARA PISOS Y TABIQUES

Escritorio:
Caseros 3121
U. T. 61-0212

Fabrica:
Tabaré 1630
U. T. 61-3800

FIRMES como la ROCA

PARA TODAS
SUS FUNDACIONES
Y EN CUALQUIER TERRENO

PILOTES FRANKI ARGENTINA

S. de R. Lda.

Administración:
Avda. Pte. ROQUE SAENZ PEÑA 788
BUENOS AIRES

U. T. 34 - Defensa 4811

RODAMIENTOS

SKF

BUENOS AIRES - ROSARIO - CORDOBA
TUCUMAN - MENDOZA Y PARANA

SHELL

PRODUCTOS DE PETROLEO

TALLERES

MARI

SOC. DE RESP. LTDA. PTE. LUIS SAENZ PEÑA 1835

Sucesores de ERNESTO MARI e Hijos - Fundador: ERNESTO MARI - Año 1886

U. T. 23 - 0584 - 5327

TODA MAQUINA PARA LA CONSTRUCCION:

Moledoras - Mezcladoras - Hormigoneras - Guinches Giratorios - Baldes - Canastos, etc.
Elevadores de Materiales - Montacargas Eléctricos - Pescantes, plumas, plataformas, etc.

MECANICA EN GENERAL:

Cualquier Repuesto para Automóviles y para Máquinas Industriales.

S. A. TALLERES METALURGICOS SAN MARTIN

"TAMET"

abarca todos los ramos de la industria del hierro y del acero

Alambres en general	Cacerolas y ollas
Artefactos sanitarios	Columnas para alumbrado
Bulonería y afines	Construcciones industriales
Calderas para calefac.	Construcciones metálicas
Radiadores para calefac.	Galpones y tinglados
Estufas	Chapas de hierro galvanizado lisas y acanaladas
Caños y accesorios	Hierros en general
Clavería y afines	Mecánica especial
Cocinas a gas	Fundición
Cocinas a supergas	Tambores metálicos
Cocinas económicas	etc. etc.
Artículos de fibrocemento	

CHACABUCO 132 ○ BUENOS AIRES

SOCIOS ACTIVOS

Abrines, Héctor Aníbal
Agostini, María Carmen
Aguilar, Félix
Aguirre Celiz, Julio
Albertoni, Juan L.
Albizzati, Carlos M.
Alessi, Juan M.
Alvarez de Toledo, Belisario
Allaria Amézaga, José A.
Allende Lezama, Luciano P.
Amoretti, Alejandro R.
Ancell, Carlos F.
Anchorena, Juan E.
André, Enrique de
Añón Suárez, Vicente
Aparicio, Francisco de
Aragón, José María
Arce, José
Arce, Manuel J.
Ardigó, Dante A.
Arena, Antonio
Arnaudo, Silvio J.
Auderut Barbeito, Arturo
Avila Méndez, Delfín
Bachmann, Ernesto
Bachofen, Elisa B.
Baglietto, Eduardo E.
Balbiani, Atilio
Baliani, Luis M.
Bancalari, Agustín
Bandoni, Alfredo J.
Barabino Amadeo, S.
Bardin, Pablo P.
Barral Souto, José
Bascialli, Pablo Carlos
Bazán, Pedro
Becke, Alejandro von der
Beordi, Manuel A.
Berjman, Elena
Berrino, Juan B.
Bertino, José Carlos
Bertomeu, Carlos A.
Besio Moreno, Nicolás
Bianchi, Domingo A. M.
Bianchi Lischetti, A.
Biggeri, Carlos
Blanchard, Everard E.
Blaquier, Juan
Blasco, José
Blaser, Florencio
Boaglio, Santiago
Böhtlingk, Heriberto
Bolognini, Héctor
Bonanni, Cayetano A.
Bonello, Roberto
Bontempi, Luis
Bordas, Alejandro F.
Bordenave, Pablo E.
Borzi, Ana María
Bosch, Gonzalo
Bosisio, Anecto J.
Bottaro, Juan C.
Bozzini, Luis (h.)
Briano, Juan A.
Brunengo, Pedro
Buich, Raúl
Bula, Clotilde A.
Buontempo, Guillermo
Burkart, Arturo
Busconi, Estela M.
Busso, Eduardo B.
Butty, Enrique
Buzzo, Alfredo
Caillet Bois, Teodoro
Canale, Humberto
Cánepa, Enrique P.
Capelli, Pedro F.
Capurro, Roberto H.
Carabelli, Juan José
Carbone, Esteban
Carbonell, José J.
Cárcova, Enrique de la
Cárdenas, Emilio F.
Carelli, Humberto H.
Caride Massini, Pedro
Carman, Ernesto
Carniglia, José
Casacuberta, Antonio
Casal, Pedro Segundo
Casale, Dante I.
Castellanos, Alberto
Castello, Manuel F.
Castiñeiras, Julio R.
Ceppi, Héctor
Cerri, Italo Américo
Clausen, Enrique G. E.
Clos, Enrique C.
Cock, Guillermo E.
Colina, Bartolomé de la
Colla, Ada Silvia
Coni Bazán, F. A.
Curti, Orlando P.
Curutchet, Luis
Chanourdie, Carlos C.
Chanourdie, Enrique
Chedufau, Edmundo C.
Chizzini Melo, Aníbal F.
D'Ascoli, Lucio
Damianovich, Horacio
Dassen, Rodolfo
Dasso, Ricardo L.
De Cesare, Elías A.
De Fina, Armando L.
De Nardo, Juan B.
Dennler, Jorge
Deulofeu, Venancio
Díaz, Emilio C.
Díaz, Emilio L.
Dickmann, Emilio
Dieulefait, Carlos E.
Di Tella, Torcuato
Doello-Jurado, Martín
Dobranich, Jorge W.
Domínguez, Juan A.
Duarte, Florentino, M.
Dubecq, Raúl E.
Dueñas, José
Duhau, Luis
Dupont, Enrique
Durañona y Vedia, A.
Durrieu, Mauricio
Escudero, Antonio
Escudero, Pedro
Faré, Santo S.
Farengo, Adolfo P.
Fernández, Alberto J.
Fernández Díaz, A.
Fernández, José S.
Fernández Long, S.
Fesquet Alberto E. J.
Figini, Angel
Figuerero, Hernando W.
Fiore, Luis
Flores, Emilio M.
Florit, Carlos J.
Fossa Mancini, E.
Frenguelli, Joaquín
Freude, Ludwig
Fürnkorn, Divico A.
Gadda, Carlos Manuel
Gaffuri, Domingo
Galmarini, Alfredo G.
Gando, Alfredo R.
Gandolfi Herrero, Augusto
Gandolfo, José S.
Gascón, Alberto
Gaspar, Fernando L.
Gatti, Alfredo B.
Gaviña Alvarado, Elías R.
Géneau, Carlos E.
Gerardi, Donato
Ghiglíazza, Sebastián
Giagnoni, Bartolomé E.
Giannone, José
Giusti, Leopoldo
González Beaussier, Carlos
González Domínguez, Alberto
González, Juan B.
Gorostiaga, Roberto
Gottschalk, Otto
Grieben, Arturo
Gutiérrez Acha, Alfredo
Gutiérrez, Ricardo J.
Herbin, Luis A.
Hermitte, Enrique
Herrera Vegas, M.
Herzer, Bernardo
Hickethier, Carlos F.
Hoebeke, Luis
Hofmann, Herbert
Houssay, Bernardo A.
Hoyo, Arturo
Igartúa, Luis María
Irigoyen, Luis H.
Isella, Carlos
Ivanissevich, Ludovico
Jauch, Clotilde
Jakob, Cristofredo
Jorge, José M.
Kapus, Ervin E.
Kervor, Juan B.
Ketzelman, Federico
Kinkelin Pelletán, J. C. de
Knoche, Walter
Kostevitch, Miguel M.
Krapf, Eduardo
Labarthe, Julio
Lagunas, Simón
La Menza, Francisco
Laplaza, Florián
Larco, Esteban
Lasso, Alfredo F.
Latzina, Eduardo
Leguizamón Pondal, Martiniano
Levene, Julio C.
Liebermann, José
Ligniéres, Roberto
Limeses, José
Lizer y Trelles, C. A.
Lobo, Rodolfo
Lóizaga, Niceto S.
Lombardi, Alberto
López Sommaschini, Antonio J.
Loyarte, Ramón G.
Llauró, José
Magnin, Jorge
Mainini, Carlos
Maillol, Emilio
Mamberto, Benito
Manera, Edmundo
Marcó del Pont, E.
Marchionatto, Juan B.
Marseillán, Francisco
Martignone, Eduardo
Martini, Ardoino
Marotta, F. Pedro
Marotta, R. Armando
Mazza, Sigfrido C.
Méndez, Julio
Meoli, Gabriel
Meoli, Humberto
Mercau, Agustín
Meriggi, Juan C.
Mermoz, Francisco A.
Micheletti, José A.
Migone, Luis V.
Moifino, José F.
Molinari, Horacio J.
Molle, Clotilde C.
Montes, Vicente E.
Moragues Bernat, Jaime
Moreno, Evaristo V.
Morixe, José Bernabé
Mouchet, Enrique
Mulleady, Ricardo T.
Muratti, Natalio
Nágera, Juan José
Natale, Alfredo
Navarro Viola, Jorge
Negrete, Lucía
Negri, Mario L.
Noya, Rómulo M.
Nürnberg, Zacarías M.
Ogloblin, Alejandro
Olguín, Juan
Olivera, Carlos E.
Oliveri, Alfredo E.
Ortiz, Aníbal A.
Ortiz de Rosas, Jorge

Crespi Gherzi, Roberto A.
Christmann, Federico E.
Gascón, Jorge
Gershánik, Simón
Giovambattista, Humberto
Inda, Carmen
Landolfi, José María
Lindquist, Juan Carlos
Lizarán, Fernando
Loedel Palumbo, Enrique
Mac Donagh, Emiliano J.
Madrid, Diógenes
Magliano, Hilario
Márquez, Aníbal R.
Marmonti, Angel
Massimino, Blas
Méndez, José D.
Mignanego, Alberto Armando
Nico, Raúl
Oliva, Virgilio
Paternosto, Pedro G.
Pera, Tomás Carlos
Platzceck, Ricardo P.
Rigamonti, Esteban F.
Ringuelet, Emilo J.
Romano Yalour, JuanG.
Sabato, Juan
Sáez, Francisco A.
Sagastume, Carlos A.
Sagastume Berra, A. E.
Scheggia, Eduardo R.
Teobaldo, Carlos
Trejo, César A.
Ucha Udabe, Manuel
Vucetich, Danilo C.
Wilkens, Alejandro

SECCION TUCUMAN

COMISION DIRECTIVA

Presidente, Ingº Félix Cernuschi; Secretario, Dr. Luis N. Pizzorno; Tesorero, Dr. Guillermo Cetrángolo; Vocales: Dr. William E. Cross, Dr. Aníbal Sánchez Reulet, Dr. Raúl J. Blaisten, Dr. Rafael Sorol.

SOCIOS ACTIVOS

Altieri, Radamés A.
Balmori, Clemente H.
Benvenuto, Terracini, Aron
Blaisten, Raúl J.
Boggiatto, Dante E.
Cecilio, Armando
Cernuschi, Félix
Cetrángolo, Guillermo
Conceiçao de la Cruz, Alfonso
Cross, William E.
Cuenya, Carlos (h.)
Descole, Horacio R.
Deza Cenget, Dacio
Escalante, Dardo A.
Fontana, Iván R.
Freiberg, Salomón
Fonio, Osvaldo A.
Frondizi, Risieri
Greve, Walther
Guzmán, Arturo M.
Herrera, Félix E.
Ibáñez, Adolfo P.
Jung, Walter
Lázaro, Juan F. de
Lebrón, Enrique Juan
Manoff, Isaac
Nanni, Luis Fernando
Novillo, Napoleón R.
Peirano, Abel A.
Peña Guzmán, Solano
Pepe, O. Rodolfo
Pizzorno, Luis N.
Robín, Maximiliano V.
Rodríguez Marquina, Elio
Rohmeder, Guillermo
Saleme, Ernesto M.
Sánchez Reulet, Aníbal
Santillán, Luis A.
Santillán, Prudencio
Schegg, Alfredo
Silvetti, Luis María
Soria Bravo, Custodio
Sorol, Rafael V.
Storni, Julio S.
Terracini, Alejandro
Treves, Renato
Ulenghi, Alejandro S.
Verna, Luis C.
Victoria, Virgilio A.
Virla, Eugenio F.
Würschmidt, José

SOCIOS CORRESPONDIENTES

Aguilar y Santillán, R.	México
Alvarez, Antenor	Sgo. del Estero
Amaral, Afranio de	San Pablo (Br.)
Avendaño, Leónidas	Lima
Bachmann, Carlos J.	Lima
Birkhoff, Jorge D.	New York
Bolívar, Ignacio	Madrid
Bonarelli, Guido	Gubbio (It.)
Borel, Emile	París
Bruch, Carlos	Olivos (Bs. As.)
Cabrera, Blás	Madrid
Campos Porto, Pablo	Río de Janeiro
Carabajal, Melitón M.	Lima
Chester Bradley, J.	Ithaca, N. Y.
Darmois, Eugenio	Nancy (Fr.)
Darmois, Georges	París
Dávila, Rubén	Santiago (Ch.)
Escomel, Edmundo	Lima
Fiebrig, Carlos	Munich (Al.)
Fontecilla Larrain, Arturo	Santiago (Ch.)
Fort, Michel	Lima
García Godofredo	Lima
González del Riego, Felipe	Lima
Goodspeed, Thomas H.	Berkeley, Cali.
Greve, Germán	Santiago (Ch.)
Guinier, Philibert	Nancy (Fr.)
Hadamard, Jacques	París
Haurian Luciano	Bruselas
Hernández, Juvenal	Santiago (Ch.)
Hijar y Haro, Luis	México
Janet, Pierre	París
Jiménez de Asúa, Luis	Madrid
Keiper, Guillermo	Berlín
Langevin, Paul	París
Levi Peppo	Rosario
Lobo, Bruno	Río de Janeiro
Mardones, Francisco	Santiago (Ch.)
Molina, Enrique	Concep. (Ch.)
Monjaráz, Jesús E.	México
Montel, Paul	París
Moretti, Gaetano	Milán
Oliver Schneider, Carlos	Concep. (Ch.)
Pereira d'Andrade, Lencastre	Nova Goa (I. P.)
Perrin, Tomás G.	México
Perrine, Carlos D.	Córdoba
Pi y Suñer, Augusto	Barcelona
Reyes Cox, Eduardo	Santiago (Ch.)
Rosenblatt, Alfred	Lima
Rowe, Leo S.	Wáshington
Tello, Julio C.	Lima
Terracini, Alejandro	Tucumán
Valle, Rafael H.	México
Vélez, Daniel M.	México
Villarán, Manuel V.	Lima
Vitoria, Eduardo	Barcelona